

Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung: Optoelektronische Anordnung.

5 Die Erfindung betrifft eine optoelektronische Anordnung mit einem Sendebauelement, einem Monitorbauelement und einer Treiberschaltung. Insbesondere betrifft die Erfindung eine kompakte optoelektronische Anordnung für Low Cost Systeme mit vertikal emittierenden Laserdioden, die Licht einer
10 Wellenlänge zwischen 650 nm und 850 nm abstrahlen.

Hintergrund der Erfindung

Es ist bekannt, in optoelektronischen Anordnungen mit einem
15 Sendebauelement einen Teil der durch das Sendebauelement ausgestrahlten Strahlung mittels eines Monitorbauelementes zu detektieren. Das detektierte Signal dient der Überwachung der Sendeleistung des Sendebauelements. Des weiteren sind Treiberschaltungen bekannt, die mit einem logischen
20 Datensignal beaufschlagt werden und ein analoges Treibersignal für ein Sendebauelement erzeugen.

Aus der WO 02/084 358 ist ein Sendemodul für eine optische Signalübertragung bekannt, bei der eine Sendeeinrichtung auf
25 einem Sendeeinrichtungs-Substrat und eine Detektionseinrichtung auf einem Detektionseinrichtungs-Substrat angeordnet und das Sendeeinrichtungs-Substrat und das Detektionseinrichtungs-Substrat in Bezug auf die Richtung des ausgesandten bzw. empfangenen Lichts übereinander
30 angeordnet sind. Das Sendeeinrichtungs-Substrat und/oder das Detektionseinrichtungs-Substrat sind dabei für die von der Sendeeinrichtung ausgesandte Wellenlänge transparent.

Zusammenfassung der Erfindung

35

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine optoelektronische Anordnung mit einem Sendebauelement, einem

Monitorbauelement und einer Treiberschaltung zur Verfügung zu stellen, die sich durch einen kompakten Aufbau und eine geringe Teileanzahl auszeichnet.

- 5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine optoelektronische Anordnung gelöst, die aufweist: mindestens ein optoelektronisches Sendebauelement, ein dem Sendebauelement zugeordnetes Monitorbauelement, das einen Teil der von dem Sendebauelement abgestrahlten Strahlung
10 detektiert, eine mit dem Sendebauelement und dem Monitorbauelement elektrisch verbundene Treiberschaltung und ein Trägersubstrat. Dabei ist die Treiberschaltung als eine in das Trägersubstrat integrierte Schaltung ausgebildet. Das Monitorbauelement ist ebenfalls in das Trägersubstrat
15 integriert. Das Sendebauelement ist als gesondertes Bauteil ausgebildet und auf dem Trägersubstrat angeordnet.

- Danach zeichnet sich die vorliegende Erfindung durch den Gedanken aus, die Monitordiode einer optoelektronischen
20 Anordnung in das gleiche Substrat zu integrieren, in dem die Treiberschaltung als integrierte Schaltung ausgebildet ist. Das Sendebauelement wird auf dem Substrat mit den integrierten Schaltungen montiert. Es entsteht eine extrem kompakte Anordnung mit einem kompletten Lasertreiber.
25 Aufgrund der geringen Teilezahl und dem hohen Integrationsgrad liegt darüberhinaus eine kostengünstige Lösung vor.

- Das Monitorbauelement ist bevorzugt als Fotodiode ausgebildet,
30 deren pn-Übergang in das Trägersubstrat integriert ist. Der pn-Übergang wird im Bereich der Oberfläche des Trägersubstrats realisiert, so dass von dem Sendebauelement ausgesandtes Licht detektiert wird. Das Detektionssignal wird über eine elektrische Verbindung der Treiberschaltung
35 zugeführt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung handelt es sich bei dem Sendebauelement um ein vertikal emittierendes Laserbauelement (VCSEL), das unmittelbar über dem Monitorbauelement auf dem Trägersubstrat befestigt ist. Ein Teil des Laserlichts wird
5 nach oben und ein Teil des Laserlichts nach unten auf das Monitorbauelement abgestrahlt. Das vertikal emittierende Laserbauelement ist dabei bevorzugt als Laserchip ausgebildet, der auf das Trägersubstrat aufgesetzt wird.

10 Zur Realisierung einer Abstrahlung eines Teils des Lichts des vertikal emittierenden Laserbauelements direkt auf das Monitorbauelement ist in einer Ausgestaltung vorgesehen, dass der Laserresonator des Laserbauelement an der dem Trägersubstrat abgewandten Seite des Laserbauelements
15 angeordnet ist. Dabei weist das Lasersubstrat an der dem Trägersubstrat zugewandten Seite und angrenzend an den Laserresonator eine Aussparung derart aufweist, dass das nach unten abgestrahlte Licht direkt auf das Monitorbauelement fällt. In einer alternativen Ausgestaltung ist der
20 Laserresonator an der dem Trägersubstrat zugewandten Seite des Laserbauelements angeordnet ist, wobei das Lasersubstrat an der dem Trägersubstrat abgewandten Seite und angrenzend an den Laserresonator eine Aussparung derart aufweist, dass Licht nach oben ausgekoppelt wird.

25 Beide Ausführungsvarianten zeigen sich durch eine Aussparung bzw. Öffnung im Substrat des Laserbauelements aus. Die Aussparung wird beispielsweise durch Ätzen hergestellt. Je nach dem, ob der Laserresonator an der Oberseite oder der
30 Unterseite des Laserbauelements angeordnet ist, befindet sich die Aussparung an der jeweils anderen Seite. Die Ausbildung einer Aussparung im Substrat ist natürlich nur dann erforderlich, wenn das Lasersubstrat für das erzeugte Licht nicht transparent ist. Dies ist bei vertikal emittierenden
35 Laserbauelementen auf der Basis von GaAs bei emittierten Wellenlängen zwischen 650nm und 850nm der Fall. Sofern Licht einer Wellenlänge erzeugt wird, für die das Lasersubstrat

transparent ist, brauchen keine Aussparungen im Lasersubstrat ausgebildet werden. Dies ist beispielsweise bei vertikal emittierenden Laserbauelementen auf der Basis von GaAs bei emittierten Wellenlängen zwischen 900nm und 1050nm der Fall.

5

Das Sendebauelement kann durch Aufkleben und Drahtbonden mit dem Trägersubstrat verbunden sein. Alternativ kann auch eine Flip-Chip-Montage auf dem Trägersubstrat erfolgen. Dabei wird das Laserbauelement mit der Oberseite nach unten auf dem

10 Trägersubstrat angeordnet. Beide elektrischen Kontakte des Laserbauelement sind an der Oberseite, d.h. nach Drehen des Laserbauelements an der dem Trägersubstrat zugewandten Seite des Laserbauelements ausgebildet. Bei einer Flip-Chip Montage stellen die Lötverbindungen zwischen dem Laserbauelement und

15 dem Trägersubstrat sowohl eine mechanische als auch eine elektrische Verbindung zwischen dem Laserbauelement und dem Trägersubstrat bzw. der Treiberschaltung bereit.

In einer bevorzugten Ausgestaltung sind ein Array von

20 vertikal emittierenden Laserbauelementen und jeweils zugeordnete Monitorbauelemente vorgesehen, wobei bei jedem Laserbauelement ein Teil des Laserlichts nach oben und ein Teil des Laserlichts nach unten auf das zugehörige Monitorbauelement abgestrahlt wird. Die Ausgestaltung des

25 Arrays ist beispielsweise derart, dass das Array von vertikal emittierenden Laserbauelementen ein gemeinsames Lasersubstrat und eine Mehrzahl von Laserresonatoren aufweist, wobei der Laserresonator jeweils an der dem Trägersubstrat zugewandten Seite des Laserbauelements angeordnet ist und das

30 Lasersubstrat an der dem Trägersubstrat abgewandten Seite und angrenzend an die Laserresonatoren jeweils eine Aussparung derart aufweist, dass Licht nach oben ausgekoppelt wird. Es sind bei dieser Ausgestaltung also wiederum Aussparungen im Lasersubstrat zur Transmission des rückwärtig ausgesanten

35 Lichts vorgesehen.

Die Montage erfolgt bevorzugt als Flip-Chip Montage, wobei das gesamte Array in einem Lötvorgang mit dem Trägersubstrat verbunden werden kann.

- 5 Die Laserbauelemente des Arrays sind bevorzugt als redundante Bauelemente geschaltet, d.h. es ist zu einem bestimmten Zeitpunkt immer nur ein Laserbauelement in Betrieb. Bei seinem Ausfall wird ein anderes Laserbauelement betrieben. Diese Ausführung eignet sich insbesondere für Low Cost
- 10 Systeme, wie sie insbesondere in der Automobilelektronik und Unterhaltungselektronik Anwendung finden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- 15 Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

20 Figur 1 schematisch in geschnittener Seitenansicht ein erstes Ausführungsbeispiel einer optoelektronischen Anordnung mit einem Lasertreiber, einem Sendebauelement und einem Monitorbauelement;

25 Figur 2 schematisch in geschnittener Seitenansicht ein zweites Ausführungsbeispiel einer optoelektronischen Anordnung mit einem Lasertreiber, einem Sendebauelement und einem Monitorbauelement; und

30 Figur 3 schematisch in geschnittener Seitenansicht ein drittes Ausführungsbeispiel einer optoelektronischen Anordnung mit einem Lasertreiber, einem Sendebauelement und einem Monitorbauelement;

Beschreibung mehrerer bevorzugter Ausführungsbeispiele

Die Figur 1 zeigt eine optoelektronische Anordnung mit einem Trägersubstrat 1, einem Sendebauelement 5, einer

5 Treiberschaltung 2 für das Sendebauelement 5 und einem Monitorbauelement 4, das einen Teil der von dem Sendebauelement 5 abgestrahlten Strahlung detektiert.

Die Treiberschaltung 2 wird durch eine integrierte Schaltung
10 gebildet, die in das Trägersubstrat 1 monolithisch integriert ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei der Treiberschaltung 2 um einen Lasertreiber, der mit einem logischen Datensignal beaufschlagt wird und ein analoges Treibersignal für das Sendebauelement 5 bereitstellt. Über
15 schematisch dargestellte Bonddrähte 3 oder andere elektrische Leitungen erfolgt dabei eine Verbindung der Treiberschaltung 2 mit weiteren elektrischen Schaltungen. Treiberschaltungen für Laserbausteine sind dem Fachmann bekannt, so dass auf ihren genauen Aufbau nicht weiter eingegangen wird.

20 Das Trägersubstrat 1 mit der integrierten Treiberschaltung 2 ist als Lasertreiber-Chip ausgebildet, an dessen einer Oberfläche 11 die Treiberschaltung 2 integriert ist.

25 In die Oberfläche 11 des Trägersubstrats 1 bzw. des Lasertreiber-Chips ist des Weiteren das Monitorbauelement 4 monolithisch integriert. Dieses wird beispielsweise durch eine Fotodiode mit einem PN-Übergang gebildet. In dem PN-Übergang erfolgt eine Wandlung optischer Energie in ein
30 elektrisches Signal. Der PN-Übergang der Fotodiode ist monolithisch in das Trägersubstrat 1 integriert.

Statt einer PN-Fotodiode können auch andere Fotodioden wie beispielsweise PIN-Fotodioden, Lawinen-Fotodioden, Metall-
35 Halbleiter-Fotodioden und Hetero-Dioden eingesetzt werden. Wesentlich ist allein, dass die Fotodiode monolithisch in die Oberfläche des Trägersubstrats 1 integriert ist.

Die detektierte Wellenlänge liegt bevorzugt im Bereich zwischen 650 und 850 nm.

Das Sendebauelement 5 ist in dem dargestellten

5 Ausführungsbeispiel eine vertikal emittierende Laserdiode, die als Laserdioden-Chip auf die Oberfläche 11 des Trägersubstrats 1 aufgesetzt ist. Die Laserdiode 5 besitzt ein Substrat 55 und einen schematisch dargestellten Vertikalresonator 51. Der Vertikalresonator 51 strahlt
10 senkrecht zur Oberfläche des Halbleitersubstrats Licht ab. Die Abstrahlung erfolgt dabei sowohl nach oben als auch nach unten. Das ausgestrahlte Licht weist bevorzugt eine Wellenlänge zwischen 650 und 850 nm auf. Das nach oben abgestrahlte Licht wird über übliche Koppelanordnungen in
15 eine Glas- oder Plastikfaser eingekoppelt. Das nach unten abgestrahlte Licht fällt auf die Fotodiode 4 und wird von dieser detektiert. Die Funktionsweise und der grundsätzliche Aufbau vertikal emittierender Laserdioden sind dem Fachmann bekannt, so dass hierauf nicht weiter eingegangen wird.

20

Vertikal emittierende Laserdioden weisen in der Regel ein GaAs-Substrat 55 auf. Dieses ist für Wellenlängen zwischen 650 und 850 nm nicht transparent. Um zu gewährleisten, dass das von dem Vertikalresonator 51 nach unten abgestrahlte
25 Licht auf die Fotodiode 4 fällt, ist es daher erforderlich, in dem Substrat 55 der Laserdiode 5 eine Aussparung 52 auszubilden. Die Aussparung 52 befindet sich in dem Ausführungsbeispiel der Figur 1 an der dem Trägersubstrat zugewandten Seite 54 der Laserdiode und grenzt an den
30 Vertikalresonator 51 an. Der Vertikalresonator 51 befindet sich im Bereich der an dem Trägersubstrat 1 abgewandten Seite 53 der Laserdiode 5.

Die Laserdiode 5 ist über Klebeverbindungen 61, 62 mit der
35 Oberfläche des Trägersubstrats 1 verbunden. Die elektrische Kontaktierung erfolgt zum Einen über einen Bonddraht 8, der von einem nicht näher dargestellten Kontaktpad der

Treiberschaltung auf ein ebenfalls nicht näher dargestelltes Kontaktpad auf der Oberseite der Laserdiode 5 gebondet ist. Über den Bonddraht 8 wird in der Regel das Hochfrequenzsignal an die Laserdiode 5 übertragen. Durch die räumliche Nähe der Laserdiode 5 zur Treiberschaltung 2 kann der Bonddraht 8 sehr kurz ausgeführt sein, so dass dieser auch bei hohen Frequenzen im Gbit/s Bereich eine nur geringe Störung darstellt. Der Massekontakt der Laserdiode 5 wird über eine schematisch dargestellte elektrische Leitung 7 zwischen der Treiberschaltung 2 und an einem Lötkontakt 62 mit der Unterseite der Laserdiode 5 bereitgestellt. Somit dient der Lötkontakt 62 sowohl einer elektrischen Verbindung als auch einer mechanischen Befestigung der Laserdiode auf dem Trägersubstrat 1. Des Weiteren steht die Leitung 7 auch für Leitungen zwischen der Monitordiode 4 und der Treiberschaltung 2. Das von der Monitordiode 4 detektierte Signal wird der Treiberschaltung 2 zugeführt.

Der in Figur 1 dargestellte Aufbau stellt eine hochgradig kompakte Lasertreiberanordnung bereit. Die Monitordiode 4 ist monolithisch mit in den Lasertreiber-Chip 1 integriert und die VCSEL-Laserdiode 5 ist über der Monitordiode 4 direkt auf den Lasertreiber-Chip 1 aufgesetzt.

Die Figur 2 zeigt einen alternativen Aufbau, der sich gegenüber der Ausgestaltung der Figur 1 in dem Aufbau und der Kontaktierung der Laserdiode unterscheidet. In der Ausgestaltung der Figur 2 ist die Laserdiode 5' in Flip-Chip-Montage auf der Oberfläche des Trägersubstrats 1 montiert. Der Vertikalresonator 51' ist dabei im Bereich der dem Trägersubstrat 1 zugewandten Seite 53' der Laserdiode 5' ausgebildet. Dementsprechend befindet sich die Aussparung 52' an der dem Trägersubstrat abgewandten Seite 54' der Laserdiode 5' und angrenzend an den Resonator 51'. Die elektrischen Kontakte der Laserdiode sind beide auf der Oberseite (d.h. nach Umdrehen der Laserdiode 5' auf der dem Trägersubstrat zugewandten Seite 53') angeordnet. Über die

Flip-Chip-Verbindung mit dem Trägersubstrat 1 erfolgt sowohl eine elektrische Anbindung der Laserdiode 5' an die Treiberschaltung 2 als auch eine mechanische Verbindung zwischen der Laserdiode 5' und dem Trägersubstrat 1.

5

Im Ausführungsbeispiel der Figur 3 ist ein Array von vertikal emittierenden Laserdioden vorgesehen, wobei das Array ein- oder zweidimensional ausgebildet sein kann. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind in einem gemeinsamen Lasersubstrat 10 55'' der Laserdiode 5'' zwei Vertikalresonatoren 52a'', 52b'' ausgebildet. Dementsprechend sind in dem Trägersubstrat zwei Fotodioden 41, 42 integriert. Die Anordnung erfolgt in Flip-Chip-Montage über Lötkontakte 61, 62, 63 entsprechend der Ausgestaltung der Figur 2. Die elektrische Verbindung 15 zwischen der Treiberschaltung 2 zum Einen mit den Fotodioden 41, 42 und zum Anderen mit der Laserdiode 5'' erfolgt über schematisch dargestellte elektrische Verbindungen 7.

Die einzelnen Laser sind bevorzugt redundant geschaltet, 20 d.h., es ist zu einem bestimmten Zeitpunkt immer nur ein Laser durch die Treiberschaltung 2 angesteuert. Bei einem Ausfall des Lasers wird ein anderer Laser angesteuert. Solche redundanten Systeme finden bevorzugt in Low-Cost-Systemen im Automobilbereich und in der Unterhaltungselektronik 25 Anwendung.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausgestaltung nicht auf die vorstehend dargestellten Ausführungsbeispiele. Beispielsweise können auch andere Laser als vertikal 30 emittierende Laser vorgesehen sein, beispielsweise kantenemittierende Laser, wobei dann zusätzlich eine Umlenkvorrichtung zur Umlenkung eines Teils des emittierten Lichtes auf die Monitordiode vorgesehen ist. Der Fachmann erkennt, dass zahlreiche alternative Ausführungsvarianten 35 existieren, die trotz ihrer Abweichung von den beschriebenen Ausführungsbeispielen von der in den nachfolgenden Ansprüchen definierten Lehre Gebrauch machen.

Patentansprüche

1. Optoelektronische Anordnung aufweisend:

- mindestens ein Sendebauelement,
- 5 - ein dem Sendebauelement zugeordnetes
Monitorbauelement, das einen Teil der vom
Sendebauelement abgestrahlten Strahlung detektiert,
- eine mit dem Sendebauelement und dem Monitorbauelement
elektrisch verbundene Treiberschaltung, und
- 10 - ein Trägersubstrat, wobei
- die Treiberschaltung als eine in das Trägersubstrat
integrierte Schaltung ausgebildet ist,
- das Monitorbauelement ebenfalls in das Trägersubstrat
integriert ist und
- 15 - das Sendebauelement als gesondertes Bauteil
ausgebildet und auf dem Trägersubstrat angeordnet ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das Monitorbauelement eine Fotodiode ist, deren pn-Übergang in das 20 Trägersubstrat integriert ist.

3. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das Sendebauelement als vertikal emittierendes Laserbauelement ausgebildet ist, das über dem Monitorbauelement auf dem Trägersubstrat 25 befestigt ist, wobei ein Teil des Laserlichts nach oben und ein Teil des Laserlichts nach unten auf das Monitorbauelement abgestrahlt wird.

4. Anordnung nach Anspruch 3, wobei

- 30 - das Laserbauelement ein Lasersubstrat und einen
Laserresonator aufweist,
- der Laserresonator an der dem Trägersubstrat
abgewandten Seite des Laserbauelements angeordnet ist,
und
- 35 - das Lasersubstrat an der dem Trägersubstrat zugewandten
Seite und angrenzend an den Laserresonator eine

Aussparung derart aufweist, dass nach unten abgestrahltes Licht auf das Monitorbauelement fällt.

5. Anordnung nach Anspruch 3, wobei

- 5 - das Laserbauelement ein Lasersubstrat und einen Laserresonator aufweist,
 - der Laserresonator an der dem Trägersubstrat zugewandten Seite des Laserbauelements angeordnet ist, und

- 10 - das Lasersubstrat an der dem Trägersubstrat abgewandten Seite und angrenzend an den Laserresonator eine Aussparung derart aufweist, dass Licht nach oben ausgekoppelt wird.

- 15 6. Anordnung nach Anspruch 5, wobei das Laserbauelement mit der Oberseite nach unten auf dem Trägersubstrat angeordnet ist und dabei beide elektrische Kontakte an der Oberseite aufweist.

- 20 7. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das Sendebauelement als Laserchip ausgebildet ist.

8. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das Sendebauelement durch Aufkleben und Drahtbonden mit dem Trägersubstrat verbunden ist.

- 25 9. Anordnung nach Anspruch 1, wobei das Sendebauelement durch Flip-Chip-Montage mit dem Trägersubstrat verbunden ist.

- 30 10. Anordnung nach Anspruch 3, wobei ein Array von vertikal emittierenden Laserbauelementen und jeweils zugeordnete Monitorbauelemente vorgesehen sind, und wobei bei jedem Laserbauelement ein Teil des Laserlichts nach oben und
35 ein Teil des Laserlichts nach unten auf das zugehörige Monitorbauelement abgestrahlt wird.

11. Anordnung nach Anspruch 10, wobei

- das Array von vertikal emittierenden Laserbauelementen ein gemeinsames Lasersubstrat und eine Mehrzahl von Laserresonatoren aufweist,

5 - der Laserresonator jeweils an der dem Trägersubstrat zugewandten Seite des Laserbauelements angeordnet ist, und

10 - das Lasersubstrat an der dem Trägersubstrat abgewandten Seite und angrenzend an die Laserresonatoren jeweils eine Aussparung derart aufweist, dass Licht nach oben ausgekoppelt wird.

12. Anordnung nach Anspruch 10, wobei die Laserbauelemente des Arrays als redundante Bauelemente geschaltet sind.

15

13. Anordnung nach Anspruch 3, wobei das Trägersubstrat für das abgestrahlte Licht transparent ist.

14. Anordnung nach Anspruch 3, wobei das Sendebauelement Licht einer Wellenlänge zwischen 650 und 850 nm emittiert.

20

Zusammenfassung

Bezeichnung der Erfindung: Optoelektronische Anordnung.

5

Die Erfindung betrifft eine optoelektronische Anordnung, die aufweist: mindestens ein optoelektronisches Sendebau-
element, ein dem Sendebau-
element zugeordnetes Monitorbau-
element, das einen Teil der von dem Sendebau-
element abgestrahlten

10

Strahlung detektiert, eine mit dem Sendebau-
element und dem Monitorbau-
element elektrisch verbundene Treiberschaltung und
ein Trägersubstrat. Dabei ist die Treiberschaltung als eine
in das Trägersubstrat integrierte Schaltung ausgebildet. Das
Monitorbau-
element ist ebenfalls in das Trägersubstrat

15

integriert und das Sendebau-
element ist als gesondertes
Bauteil ausgebildet und auf dem Trägersubstrat angeordnet.

Figur 1